

но сделать вывод, что зрительные нервы, перекрест и зрительные тракты структурно сформированы к моменту рождения. Эти данные согласуются с результатами экспериментальных исследований, Н.А. Шеримбетова (2005 г.).

Литература.

1. Шеримбетов, Н. А. Возрастные особенности морфометрических параметров и гистоструктуры зрительных нервов, хиазмы и трактов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02 / Н. А. Шеримбетов ; Башкир. гос. мед. ун-т. – Уфа, 2005. – 22 с.
2. Гоберман, В. А. Технология научных исследований. Методы. Модели. Оценки / В. А. Гоберман. – Москва : Изд-во МГУ, 2001. – 390 с.
3. Байкота, Н. Н. Офтальмология : учеб. пособие / Н. Н. Байкота. – Москва : РИОР, 2007. – 320 с.
4. Блинков, С. М. Черепно-мозговые нервы / С. М. Блинков // Морфология человека и животных. – Москва, 1972. – Т. 5. – С. 60–61.
5. Нейроофтальмология / Р. Вольф [и др.] ; под ред. С. Лесселла, Дж. Т. У. Ван Далена. – Москва : Медицина, 1983. – 464 с.

УДК 611.817.1:616-073.756.8

### **Фрактальный анализ белого вещества мозжечка человека по данным исследования магнитно-резонансных томограмм**

**Марьенко Н.И., Степаненко А.Ю.**

*Харьковский национальный медицинский университет, Харьков, Украина*

В последние годы в разных отраслях морфологии в качестве морфометрического метода все чаще применяется фрактальный анализ. Этот метод исследования позволяет оценить особенности формы квазифрактальных биологических структур, имеющих свойства фракталов, такие как самоподобие и масштабная инвариантность. Квазифрактальными структурами организма человека являются сосудистое русло внутренних органов, разветвленные системы протоков экзокринных желез, бронхиальное дерево, дендритное дерево нейронов, белое вещество мозжечка («arbor vitae») и другие [1-4]. Такие структуры чаще всего имеют сложную разветвленную древовидную структуру, которую сложно количественно оценить с помощью традиционных морфометрических методов. Фрактальный анализ позволяет охарактеризовать количественно те морфологические характеристики, которые до недавнего времени оценивались исключительно субъективно: сложность пространственной организации квазифрактальных структур (в т. ч. степень их разветвленности), степень заполнения пространства исследуемой структурой. Величиной, которая характеризует эти параметры и определяется в результате фрактального анализа, является фрактальная размерность или фрактальный индекс (ФИ). Эта величина теоретически может иметь значения в диапазоне от 1 до 2 [1, 2].

В морфологии используются различные способы фрактального анализа: способ подсчета квадратов (box counting), способ дилатации пикселей (pixel dilating), способ caliper (perimeter stepping, способ разделения периметра). Среди них чаще всего используют различные модификации метода подсчета квадратов [2-4].

В наших предыдущих работах мы разработали собственную модификацию метода подсчета квадратов и определили значения фрактальной размерности белого вещества мозжечка на секционном материале [5]. Однако цифровые изображения мозжечка на магнитно-резонансных томограммах являются недостаточно контрастными для точного визуального определения границ структур, что необходимо для объективного определения ФИ. Кроме того, метод подсчета квадратов является рутинным, поскольку подсчет осуществляется вручную, что значительно увеличивает время для исследования. Учитывая эти факторы, мы разработали собственную модификацию способа дилатации пикселей, которая позволяет с помощью компьютерной сегментации изображения четко определять границы исследуемой структуры и проводить подсчет автоматизировано, что позволит адаптировать фрактальный анализ для клинической практики [6].

Цель исследования – определить значение фрактальной размерности белого вещества мозжечка по данным исследования магнитно-резонансных томограмм с помощью метода дилатации пикселей и сравнить его со значениями фрактальной размерности мозжечка, полученными в результате исследования секционного материала с помощью метода подсчета квадратов.

**Материалы и методы** исследований. Исследование проведено на цифровых изображениях магнитно-резонансных (МР) томограмм головного мозга 120 условно здоровых пациентов (65 женщин, 55 мужчин) возраста 18-86 лет. Томография головного мозга была проведена с помощью магнитно-резонансного томографа со значением магнитной индукции 1,5 Тл в режиме T2. Обработку цифровых изображений и все этапы фрактального анализа осуществляли с помощью программ Syngo Fast View и Adobe Photoshop CS5.

Для исследования использовали фрагмент цифрового изображения (томограммы) головного мозга, содержащий срединный сагиттальный срез мозжечка. Изображение сегментировали на исследуемую структуру (белое вещество мозжечка) и фон с помощью инструмента «Порог» программы Adobe Photoshop CS5. При этом все пиксели, имеющие меньшее или равное заданному пороговому значению яркости (более темные), окрашиваются в черный цвет; пиксели, имеющие значение яркости выше порогового (более светлые пиксели) окрашиваются в белый цвет. Для

сегментации белого вещества мозжечка использовано пороговое значение яркости 80.

На сегментированном изображении проводили фрактальный анализ с помощью авторской модификации метода дилатации пикселей, описанной ранее [6]. Определяли фрактальный индекс белого вещества мозжечка на срединном сагиттальном томографическом срезе. Полученные данные сравнивали со значением ФИ белого вещества мозжечка, полученным нами ранее на секционном материале с помощью авторской модификации метода подсчета квадратов.

Полученные данные обрабатывали с помощью традиционных статистических методов. Для сравнения средних выборочных значений использован критерий Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследования, проведенного на томограммах 120 пациентов, установлено, что среднее значение ФИ белого вещества червя мозжечка в целом на срединном сагиттальном срезе составляет  $1,381 \pm 0,01$  и варьирует от 1,143 до 1,630.

Это значение близко среднему значению ФИ белого вещества мозжечка, полученному в результате исследований, проведенных на секционном материале с помощью метода подсчета квадратов ( $1,372 \pm 0,006$ ) [5]. Эти значения статистически значимо не отличаются друг от друга ( $P > 0,05$ ).

Таким образом, учитывая отсутствие статистически значимой разницы значений фрактального индекса, полученных с помощью различных способов фрактального анализа (способ подсчета квадратов и дилатации пикселей) и на разном материале (секционный материал и МР томограммы) с различным алгоритмом определения границ исследуемой структуры (визуальное определение для метода подсчета квадратов или компьютерная сегментация изображения для метода дилатации пикселей), можно считать, что для проведения фрактального анализа могут быть использованы обе модификации этого метода с одинаковой точностью. Фрактальный анализ можно использовать для исследования, как секционного материала, так и для прижизненной диагностики состояния мозжечка с помощью магнитно-резонансной томографии. На обоих типах медицинских изображений с помощью различных модификаций фрактального анализа получены почти идентичные результаты, которые можно использовать в качестве критериев нормы для диагностических методов нейровизуализации.

#### Литература

1. Mandelbrot, B. B. Fractals – form, chance and dimension / B. B. Mandelbrot. – San Francisco : W. H. Freeman, 1977. – 365 p.
2. Фракталы и хаос в биологическом морфогенезе / В. В. Исаева [и др.]. – Владивосток : Ин-т биологии моря ДВО РАН, 2004. – 128 с.

3. Fractals in the Neurosciences, Part I: General Principles and Basic Neurosciences / A. Di Ieva [et al.] // Neuroscientist. – 2014. – Vol. 20, N 4. – P. 403–417.
4. Fractals in the Neurosciences, Part II: Clinical Applications and Future Perspectives / A. Di Ieva [et al.] // Neuroscientist. – 2015. – Vol. 21, N 1. – С. 30–43.
5. Степаненко, А.Ю. Фрактальный анализ белого вещества мозжечка человека / А.Ю. Степаненко, Н.И. Марьенко // Світ медицини та біології.– 2017.– № 3 (61).– С. 145–149.
6. Мар'єнко, Н. І. Фрактальний аналіз як морфометричний метод в морфології: спосіб дилатації пікселів при дослідженні цифрових зображень анатомічних структур / Н. І. Мар'єнко, О. Ю. Степаненко // Медицина сьогодні і завтра. – 2019. – № 1 (82). – С. 8–14.

УДК 611.714.6

### **Длина стенок глазницы в разные возрастные периоды постнатального развития человека**

**Мустафаева Н.А.**

*Азербайджанский медицинский университет, г. Баку, Азербайджан*

В настоящее время отмечается увеличение интереса к антропометрическим исследованиям, так как они позволяют увязать внутренние особенности строения, функции с внешними параметрами человека в норме и при патологии [1,4,7]. В большинстве морфологических работ, в которых авторы ставили цель изучить лицевой скелет, в том числе и глазницу [5,6], приведены лишь общие, однотипные сведения, об особенностях ее строения, которые не учитывают все возможности современных методов лечения, используемых в практической офтальмологии. К сожалению, в их работе отсутствуют данные о возрастных и индивидуальных особенностях в строении отдельных элементов глазницы. С другой стороны, знания хирургической анатомии глазницы, являются ключевыми при пластических оперативных вмешательствах на лицевом отделе головы, так как с индивидуально-типологической изменчивостью этой области связывают возможные оперативно-технические и послеоперационные сложности [2,3]. Все вышеизложенное явилось основанием к постановке цели исследования. Цель данного исследования выявление длины стенок глазницы в разные возрастные периоды постнатального развития человека.

**Материалы и методы исследования.** Материалом для исследования служили 60 черепов людей разного возраста (от периода новорожденности до старческого периода включительно) из краниологической коллекции фундаментального музея кафедры анатомии человека и медицинской терминологии Азербайджанского медицинского университета. Все измерения на черепах были выполнены с помощью специальных инструментов, используемых в современной краниологии. На каждом из